

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-053722

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl. H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/02  
H04L 12/56  
H04Q 3/52

(21)Application number : 11-223936

(22)Date of filing : 06.08.1999

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

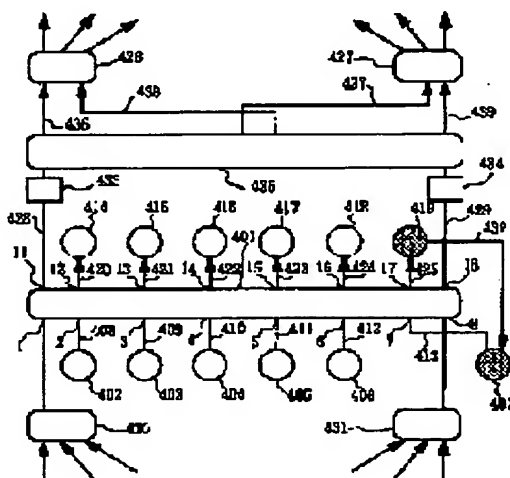
(72)Inventor : ITO TOSHIO  
SATOU RIEKO  
MAGARI KATSUAKI  
ISHIHARA NOBORU

(54) WAVELENGTH MULTIPLEX/DEMULTIPLEX TRANSMISSION SYSTEM AND WAVELENGTH MULTIPLEX TRANSMISSION DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily separate a header signal and a data signal and to reduce the speed of the header signal compared to that of the data signal by giving an address signal apart from an optical signal and the data signal, multiplexing them and aparing a wavelength by the integer times of the free spectrum range of a first optical multiplexer/demultiplexer.

**SOLUTION:** When the user of transmission ports 402 to 406 transmits data to outside a wavelength multiplex/demultiplex device, a header signal and a data signal are sent to a private reception node 419. When a private transmission node 407 selects an outer transmission module 426, the data signal is sent by ( $\lambda_2$ ) and the header signal by ( $\lambda_{10}$ ). When an outer transmission module 427 is selected, the data signal is sent by ( $\lambda_1$ ) and the header signal by ( $\lambda_9$ ). When it is inputted to a second array waveguide grating 435, the free spectrum range is 16 nm and therefore all four wavelengths of the data signal  $\lambda_1$ , the data signal  $\lambda_2$ , the header signal  $\lambda_9$  and the header signal  $\lambda_{10}$  are branched.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-53722  
(P2001-53722A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	E 5 K 0 0 2
	14/02	H 0 4 Q 3/52	C 5 K 0 3 0
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	T 5 K 0 6 9
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 Z 9 A 0 0 1
H 0 4 Q 3/52			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-223936

(22)出願日 平成11年8月6日(1999.8.6)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 伊藤 敏夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 佐藤 里江子

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外1名)

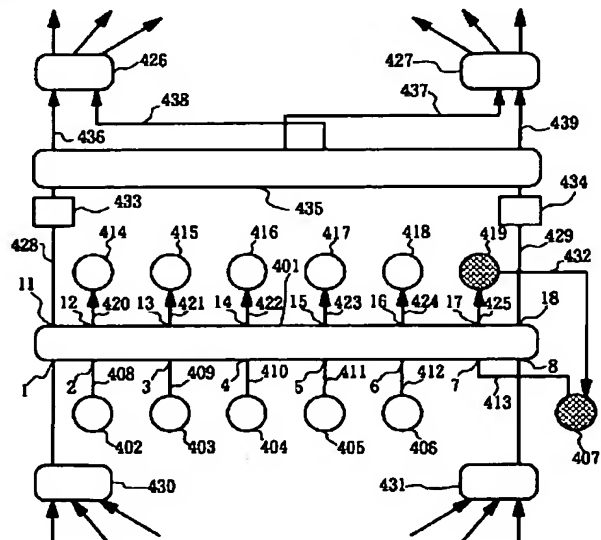
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 波長多重合分波伝送システム及び波長多重伝送装置

(57)【要約】

【課題】 ヘッダー信号とデータ信号とを容易に分離することができる波長多重合分波伝送システム及び装置を提供する。

【解決手段】 伝送装置が入力光信号の波長によって出力ポートが決まる第一光合分波器を具え、データ信号とアドレス信号とは合波されており、両信号の波長が第一光合分波器の自由スペクトルレンジの整数倍だけ離れている。伝送装置は、第一光合分波器の出力ポートに、第一光合分波器の整数倍の自由スペクトルレンジを有する第二光合分波器を具え、外部に送信する場合、第二光合分波器がデータ信号とアドレス信号とを分波し、外部送信モジュールがアドレス信号に基づいて送信先に送信する。更に、光信号のデータ信号とアドレス信号とを分波し且つ複数のデータ信号と複数のアドレス信号とをそれぞれ別個に合波し、データ信号のみを光増幅して転送する第三光合分波器を具えることができる。



### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の波長多重伝送装置を含み、該波長多重伝送装置は複数の入力ポートを持ち該入力ポートに入力される光信号の波長によって該光信号の出力ポートが決まる第一光合分波器を具え、該波長多重伝送装置によって複数のノードを収容する波長多重合分波伝送システムにおいて、

該光信号はデータ信号とは別にアドレス信号を持ち、該データ信号と該アドレス信号とは合波されており、該データ信号の波長と該アドレス信号の波長とが該第一光合分波器の自由スペクトルレンジの整数倍だけ離れていることを特徴とする波長多重合分波伝送システム。

【請求項 2】 ユーザーの送信ポート及び外部受信モジュールを収容する複数の入力ポート並びにユーザーの受信ポート及び外部送信モジュールを収容する複数の出力ポートを有し、入力ポートに入力される光信号の波長によって該光信号が出力される出力ポートを決める第一光合分波器を具え、

更に、前記第一光合分波器に、光信号を波長多重伝送装置外に送信する際に各送信ポート共通で用いられる外部送信用専用送信ノードを具え、

前記第一光合分波器の出力ポートと前記外部送信モジュールとの間に、前記第一光合分波器の整数倍の自由スペクトルレンジを有する第二光合分波器を具え、

光信号を波長多重伝送装置外に送信する場合、該第二光合分波器が、該外部送信用専用送信ノードから送信されるデータ信号とアドレス信号とを分波し、それぞれを前記外部送信モジュールに転送し、外部送信モジュールが、該アドレス信号のアドレス情報に基づいて送信先に送信する構成を有することを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項 3】 更に、前記第一光合分波器の出力ポートと前記第二光合分波器との間に、前記第二光合分波器と同一の自由スペクトルレンジを有する第三光合分波器を具え、

光信号を波長多重伝送装置外に送信する場合、該第三光合分波器が、複数の該光信号のデータ信号とアドレス信号とを分波し、且つ複数のデータ信号と複数のアドレス信号とをそれぞれ別個に合波し、該データ信号のみを光増幅器を介し、両者を前記第二光合分波器に転送する構成を有することを特徴とする請求項 2 に記載の波長多重伝送装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長多重を利用して光通信を行う波長多重合分波伝送システム及びこれに用いられる波長多重伝送装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 波長多重を利用する光伝送システム (WDM システム) が大規模化するに従って波長の有効利用

が重要な問題となってきた。例えば、全ユーザーに 1 波長ずつ割振り、その波長をアドレスとしてルーティングするのは容易な方法であるが、波長資源が有限であるために現実的ではない。そのため、通常は波長によるアドレス以外にデジタル信号によるアドレスを持ち、ユーザー数が少ない場合には波長アドレスのみで、ユーザー数が多い場合にはデジタル信号によるアドレスを讀取って光信号の送信先を決定する。

【0003】 図 8 は従来例を説明する図である。簡単のため、8 波の波長多重と 8 入力 8 出力のアレイ導波路格子を光合分波器として用いる場合を考える。波長として例えば  $\lambda_1 = 1551\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 1552\text{nm}$ 、 $\lambda_3 = 1553\text{nm}$ 、 $\lambda_4 = 1554\text{nm}$ 、 $\lambda_5 = 1555\text{nm}$ 、 $\lambda_6 = 1556\text{nm}$ 、 $\lambda_7 = 1557\text{nm}$ 、 $\lambda_8 = 1558\text{nm}$  の 8 波長を用い、アレイ導波路格子の波長間隔を 1 nm とする。図 8 は波長多重合分波伝送システムの基本単位、即ち波長多重伝送装置の一つであり、実際のシステムではこの波長多重伝送装置が複数個存在する。

【0004】 図 8 (a) において、801 は 8 入力 8 出力のアレイ導波路格子で、入力ポートを 1 ~ 8、出力ポートを 11 ~ 18 とし、波長多重伝送装置内のユーザー数を 6 とする。ここで、802 ~ 807 は各ユーザーの送信ポート、808 ~ 813 は各ユーザーの送信ポート 802 ~ 807 とアレイ導波路格子の入力ポート 2 ~ 7 とを接続する光ファイバ、814 ~ 819 は各ユーザーの受信ポート、820 ~ 825 は各ユーザーの受信ポート 814 ~ 819 とアレイ導波路格子の出力ポート 12 ~ 17 とを接続する光ファイバ、826、827 は波長多重伝送装置が外部に送信する時の外部送信用モジュール、828、829 はアレイ導波路格子の出力ポート 11、18 と外部送信用モジュール 826、827 の入力ポートとを接続する光ファイバ、830、831 は波長多重伝送装置の外部から受信するための外部受信モジュールである。実際には、各ユーザーの送信ポート 802 ~ 807 と受信ポート 814 ~ 819 とは近接した位置にあり、例えば、802 と 814 とを対にして一ユーザーが使用する。

【0005】 上記の構成では、波長多重伝送装置内での通信は信号の波長をアドレスとして行き先を決める。図 8 (b) はアレイ導波路格子の入出力特性を示す。例えば、入力ポート 2 に接続された送信ポート 802 から出力ポート 15 に接続された受信ポート 817 に送信するためには、 $\lambda_4$  の波長で光信号を送信すればよいことがわかる。また、別の波長多重伝送装置に信号を送出する場合には、先ず外部送信用モジュール 826 又は 827 に光信号を送るが、例えば、入力ポート 4 に接続された送信ポート 804 が出力ポート 18 に接続された外部送信用モジュール 827 に送信するためには  $\lambda_5$  の波長を用いなければならない。

【0006】 送信する光信号は図 9 に示すようなパケット信号 901 であり、例えば、53 バイトの ATM 信号を仮定すると、ヘッダーとして、送信先の波長多重伝送装

置のアドレスを記述する波長多重伝送装置選択アドレス 902 及び送信先の波長多重伝送装置で用いる波長を記述する波長選択アドレス 903 のアドレス信号を持つ。904 はデータ信号である。ビットレートとしては、例えば 10 Gbits/sec とする。

【0007】図10は外部送信用モジュールの詳細を示す図である。図中、1001は入力光信号、1002は受光器、1003は同期検出装置、1004はヘッダー信号とデータ信号とを分離する信号情報分離手段、1005は電気バッファ、1006は制御装置、1007は可変波長光源、1008は変調器、1009は一入力多出力の光スイッチである。

【0008】入力光信号1001は、受光器1002で電気信号に変換され、同期検出装置1003においてビット同期及びフレーム同期がとられ、そのタイミングにより、信号情報分離手段1004でデータ信号とヘッダー信号とに分離される。データ信号は、電気バッファ1005に移され、ここで一時保存される。一方、ヘッダー信号は更に波長多重伝送装置選択アドレスと波長選択アドレスとに分離され、制御装置1006に送られる。制御装置1006は、波長選択アドレスにより送出する波長を決定し、可変波長光源1007を制御することによって所望の信号波長を得る。

【0009】可変波長光源1007から出力された連続光は、次に変調器1008によって変調される。このときの変調信号は電気バッファ1005に一時保存されていたデータ信号である。また、電気バッファ1005に新たなヘッダー情報を入力しておくことにより光信号に新たなヘッダー信号を付与することもできる。変調された光信号は光スイッチ1009に入力される。光スイッチ1009は一入力多出力の光スイッチであり、制御装置1006からの制御信号によって光信号の送り先の波長多重伝送装置を決定する。即ち、制御装置1006は、波長多重伝送装置選択アドレスに基づいて制御を行い、光スイッチ1009の出力ポート1010～1013のいずれかを選択する。

【0010】このようにして波長多重伝送装置外へ送出された光信号は他の波長多重伝送装置の受信モジュール、例えば、図8における外部受信モジュール830 又は831 へ送られる。外部受信モジュールは、図11に示すように、多入力出力のスターカプラーであり、外部から送られてきた光信号を各ユーザーに転送することができる。

【0011】しかしながら、上記の方法では、例えば10 Gbits/sec の高速信号に対してヘッダー信号とデータ信号とを分離することが難しいという問題点がある。更に、ヘッダー信号がデータ信号と同様に高速の10 Gbits/sec のレートであるという問題点がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題点に鑑み、ヘッダー信号とデータ信号との分離を容易に行うことができ、ヘッダー信号をデータ信号に比べて低速にすることができる波長多重伝送装置及び

これに用いられる波長多重伝送装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の波長多重合波伝送システムは、上記の目的を達成するため、複数の波長多重伝送装置を含み、該波長多重伝送装置は複数の入力ポートを持ち該入力ポートに入力される光信号の波長によって該光信号の出力ポートが決まる第一光合分波器を具え、該波長多重伝送装置によって複数のノードを収容する波長多重合波伝送システムにおいて、該光信号はデータ信号とは別にアドレス信号を持ち、該データ信号と該アドレス信号とは合波されており、該データ信号の波長と該アドレス信号の波長とが該第一光合分波器の自由スペクトルレンジの整数倍だけ離れていることを特徴とする。

【0014】また、本発明の波長多重伝送装置は、ユーザーの送信ポート及び外部受信モジュールを収容する複数の入力ポート並びにユーザーの受信ポート及び外部送信モジュールを収容する複数の出力ポートを有し、入力ポートに入力される光信号の波長によって該光信号が出力される出力ポートを決める第一光合分波器を具え、更に、前記第一光合分波器に、光信号を波長多重伝送装置外に送信する際に各送信ポート共通で用いられる外部送信用専用送信ノードを具え、前記第一光合分波器の出力ポートと前記外部送信モジュールとの間に、前記第一光合分波器の整数倍の自由スペクトルレンジを有する第二光合分波器を具え、光信号を波長多重伝送装置外に送信する場合、該第二光合分波器が、該外部送信用専用送信ノードから送信されるデータ信号とアドレス信号とを分波し、それぞれを前記外部送信モジュールに転送し、外部送信モジュールが、該アドレス信号のアドレス情報に基づいて送信先に送信する構成を有することを特徴とする。

【0015】本発明の波長多重伝送装置は、更に、前記第一光合分波器の出力ポートと前記第二光合分波器との間に、前記第二光合分波器と同一の自由スペクトルレンジを有する第三光合分波器を具え、光信号を波長多重伝送装置外に送信する場合、該第三光合分波器が、複数の該光信号のデータ信号とアドレス信号とを分波し、且つ複数のデータ信号と複数のアドレス信号とをそれぞれ別個に合波し、該データ信号のみを光増幅器を介し、両者を前記第二光合分波器に転送する構成を有することが望ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】次に図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0017】図1は本発明の第一実施例を説明する図であり、この図自体は基本的に図8と等しい。図1(a)は波長多重伝送装置の構成を説明する図であり、図中、101は8入力8出力の光合分波器であり、実施例ではアレ

イ導波路格子を用いる。1～8は入力ポート、11～18は出力ポートであり、波長多重伝送装置内のユーザー数を6とする。ここで、102～107は各ユーザーの送信ポート、108～113は各ユーザーの送信ポート102～107とアレイ導波路格子101の入力ポート2～7とを接続する光ファイバ、114～119は各ユーザーの受信ポート、120～125は各ユーザーの受信ポート114～119とアレイ導波路格子101の出力ポート12～17とを接続する光ファイバ、126、127は波長多重伝送装置の外部に送信するときの外部送信用モジュール、128、129はアレイ導波路格子101の出力ポート11、18と外部送信用モジュール126、127の入力ポートとを接続する光ファイバ、130、131は波長多重伝送装置の外部から受信するための外部受信モジュールである。また、図1(b)はアレイ導波路格子の入出力特性を示す。

【0018】アレイ導波路格子101には周期性を持たせる。例えば、 $\lambda 1(1551\text{nm})$ と $\lambda 9(1559\text{nm})$ とが同様の特性を持つように作製する。このとき、 $\lambda 9 - \lambda 1 = 8\text{nm}$ がこのアレイ格子の自由スペクトルレンジFSRである。図1において、アレイ導波路格子101の自由スペクトルレンジを8nmとする。即ち、 $\lambda 1 = 1551\text{nm}$ と $\lambda 9 = 1559\text{nm}$ 、 $\lambda 2 = 1552\text{nm}$ と $\lambda 10 = 1560\text{nm}$ 、 $\lambda 3 = 1553\text{nm}$ と $\lambda 11 = 1561\text{nm}$ 、 $\lambda 4 = 1554\text{nm}$ と $\lambda 12 = 1562\text{nm}$ 、 $\lambda 5 = 1555\text{nm}$ と $\lambda 13 = 1563\text{nm}$ 、 $\lambda 6 = 1556\text{nm}$ と $\lambda 14 = 1564\text{nm}$ 、 $\lambda 7 = 1557\text{nm}$ と $\lambda 15 = 1565\text{nm}$ 、 $\lambda 8 = 1558\text{nm}$ と $\lambda 16 = 1566\text{nm}$ が、それぞれ全く同等の入出力特性を持つ。

【0019】本発明においては、図2に示すように、光パケットを波長多重伝送装置選択アドレス22及び波長選択アドレス23を含むヘッダー信号21とデータ信号24とに分け、2波長を用いて、例えば $\lambda 9$ でヘッダー信号21を、 $\lambda 1$ でデータ信号24をそれぞれ送る。このようにしても、上記のアレイ導波路格子の周期性により、同一の出力ポートに送られる。

【0020】図3は本発明の第一実施例の外部送信用モジュール126及び127を説明する図であり、301は入力信号、302はWDMカプラー、303、304は受光器、305、306は同期検出装置、307は電気バッファ、308は制御装置、309、316は可変波長光源、310、317は変調器、311は一入力多出力光スイッチ、312～315は一入力多出力光スイッチ311の出力ポートである。

【0021】上記のようにデータ信号24とヘッダー信号21とは異なる波長を用いているので、WDMカプラー302によって分離することができる。分離されたデータ信号は、受光器303によって受光され、同期検出装置305によって同期がとられた後、電気バッファ307に一時保存される。一方、ヘッダー信号は、受光器304によって受光され、同期検出装置306によって同期がとられた後、制御装置308に送られる。制御装置308は、ヘッダー信号中の波長選択アドレス23に基づいて光パケットを送信する波長を決定し、可変波長光源309を制御して所

望の信号波長を得る。可変波長光源309から出力された連続光は、次に変調器310によって変調される。このときの変調信号は、電気バッファ307に一時保存されていたデータ信号である。

【0022】他方、ヘッダー信号を送信する波長は可変波長光源309と1自由スペクトルレンジだけ波長がずれている波長であり、その連続光を可変波長光源316から出力し、変調器317により、送信先の波長多重伝送装置の内部のアドレスに用いられる波長選択アドレス信号23で変調してヘッダー信号とする。

【0023】変調器310からのデータ信号及び変調器317からのヘッダー信号は、合波されて一入力多出力光スイッチ311に入力される。光スイッチ311は、制御装置308からの制御信号によって光信号の送信先波長多重伝送装置を決め、その波長多重伝送装置に対応する出力ポート312～315のいずれかに出力する。

【0024】このようにして波長多重伝送装置外へ送出された光信号は、他の波長多重伝送装置の受信モジュールへ送られる。例えば、図1における受信モジュール130又は131に送られる。受信モジュールは、多入力出力のスターカプラーであり、外部から送られてきた光信号を各ユーザーに転送する。

【0025】以上述べたように、第一実施例の特徴は、WDMカプラー302によってヘッダー信号とデータ信号とを分離できることにある。しかし、実際にはWDMカプラー302には種々の波長(データ信号 $\lambda 1 \sim \lambda 8$ 及びヘッダー信号 $\lambda 9 \sim \lambda 16$ )が入ってくるため、これら全てに対してヘッダー信号とデータ信号とを分離することは必ずしも容易ではない。更に、複数の外部送信用モジュールがある場合、それぞれにWDMカプラー302が必要であるという問題もある。次の第二実施例はそのような問題を解決するものである。

【0026】図4は本発明の第二実施例を説明する図であり、本発明の波長多重伝送装置の構成例を示す図である。この実施例においては、ユーザー数を5とする。図中、401は8入力8出力のアレイ導波路格子で、入力ポートを1～8、出力ポートを11～18とし、402～406は各ユーザーの送信ポート、408～412は各ユーザーの送信ポート402～406とアレイ導波路格子401の入力ポート2～6とを接続する光ファイバ、414～418は各ユーザーの受信ポート、420～424は各ユーザーの受信ポート414～418とアレイ導波路格子401の出力ポート12～16とを接続する光ファイバ、426、427は波長多重伝送装置の外部に送信するときの外部送信用モジュール、428、429はアレイ導波路格子401の出力ポート11、18と外部送信用モジュール426、427の入力ポートとを接続する光ファイバ、430、431は波長多重伝送装置の外部から受信するための外部受信モジュール、433、434は光増幅器、435は他の光合波器、ここではアレイ導波路格子である。

【0027】図4の構成の特徴は、外部送信用専用送信ノード407及び外部送信用専用受信ノード419を具え、これら両者を光学的又は電氣的な接続手段432で接続すること、光増幅器433及び434を具えること、第二のアレイ導波路格子として、2入力4出力でアレイ導波路格子401の倍の自由スペクトルレンジ16nmを持つ第二アレイ導波路格子435を具えること、及び、第二アレイ導波路格子435の出力ポートと外部送信用モジュール426、427の入力ポートとを光ファイバ436～439で接続する点ことである。

【0028】第一実施例と同様に、波長多重伝送装置の内部では送信する波長のみを利用して送り先を決定する。第一実施例と異なるのは波長多重伝送装置の外部へ送信する場合である。ユーザーの送信ポート402～406のユーザーがこの波長多重伝送装置の外部に送信する場合には、外部送信用専用受信ノード419に、ヘッダー信号及びデータ信号を送る。受信ノード419は、接続手段432を通して外部送信用専用送信ノード407にヘッダー信号及びデータ信号を転送する。即ち、波長多重伝送装置の外部に信号を送るユーザーは必ず専用送信ノード407を経由する。

【0029】この実施例において、専用送信ノード407は外部送信用モジュール426又は427のいずれかを選択する。例えば、外部送信用モジュール426を選択した場合はデータ信号を $\lambda 2$ で、ヘッダー信号を $\lambda 10$ で送信し、外部送信用モジュール427を選択した場合はデータ信号を $\lambda 1$ で、ヘッダー信号を $\lambda 9$ で、それぞれ送信する。これを第二アレイ導波路格子435に入力すると、その自由スペクトルレンジは16nmあるので、データ信号 $\lambda 1$ 、データ信号 $\lambda 2$ 、ヘッダー信号 $\lambda 9$ 及びヘッダー信号 $\lambda 10$ の四つの波長全てを分岐することができる。なお、第二アレイ導波路格子435による光強度の損失を補償するために光増幅器433及び434を設ける。

【0030】図5は本発明の第二実施例の外部送信用モジュール426及び427を説明する図であり、501はデータ信号が乗っている光信号、502はヘッダー信号が乗っている光信号、503、504は受光器、505、506は同期検出装置、507は電気バッファ、508は制御装置、509、516は可変波長光源、510、517は変調器、511は一入力多出力光スイッチ、512～515は一入力多出力光スイッチ511の出力ポートである。

【0031】データ信号とヘッダー信号とは、既に第二アレイ導波路格子435によって分離されているので、データ信号は受光器503によって受光され、同期検出装置505によって同期がとられた後、電気バッファ507に一時保存される。一方、ヘッダー信号は、受光器504によって受光され、同期検出装置506によって同期がとられた後、制御装置508に送られる。制御装置508は、波長選択アドレスに基づいて光パケットを送る波長を決定し、可変波長光源509を制御して所望の信号波長を得

る。可変波長光源509から出力された連続光は、次に変調器510によって変調される。このときの変調信号は、電気バッファ507に一時保存されていたデータ信号である。

【0032】他方、ヘッダー信号を送信する波長は可変波長光源509と1自由スペクトルレンジだけ波長がずれている波長であり、その連続光を可変波長光源516から出力し、変調器517により、送信先の波長多重伝送装置の内部のアドレスに用いられる波長選択アドレス信号23で変調してヘッダー信号とする。

【0033】変調器510からのデータ信号及び変調器517からのヘッダー信号は、合波されて一入力多出力光スイッチ511に入力される。光スイッチ511は、制御装置508からの制御信号によって光信号の送信先波長多重伝送装置を決め、その波長多重伝送装置に対応する出力ポート512～515のいずれかに出力する。

【0034】このようにして波長多重伝送装置外へ送出された光信号は、他の波長多重伝送装置の受信モジュールへ送られる。例えば、図4における受信モジュール430又は431に送られる。受信モジュールは、多入力出力のスターカプラーであり、外部から送られてきた光信号を各ユーザーに転送する。

【0035】以上述べたように、第二実施例の特徴は、第二アレイ導波路格子435によってヘッダー信号とデータ信号とを分離できることにある。また、外部送信用モジュールの数が増加しても第二アレイ導波路格子435は1個でよい。しかしながら、反面、外部送信用モジュールの数と同数の光増幅器433及び434が必要であるという問題がある。将来のシステム規模の増大により、例えばアレイ導波路格子401が64入力64出力となり、外部送信用モジュールが8～16個になるような構成が考えられる。このような場合、高価な光増幅器を8～16個使用すると、システム全体のコストが上昇するという問題がある。次の第三実施例はそのような問題を解決するものである。

【0036】図6は本発明の第三実施例を説明する図であり、図4の第二実施例の構成を改良したものである。図6に示す第三実施例においては、ユーザー数は5である。図中、601は8入力8出力のアレイ導波路格子で、入力ポートを1～8、出力ポートを11～18とし、602～606は各ユーザーの送信ポート、607は外部送信用専用送信ノード、608～612は各ユーザーの送信ポート602～606とアレイ導波路格子601の入力ポート2～6とを接続する光ファイバ、614～618は各ユーザーの受信ポート、619は外部送信用専用受信ノード、620～624は各ユーザーの受信ポート614～618とアレイ導波路格子601の出力ポート12～16とを接続する光ファイバ、626、627は波長多重伝送装置の外部に送信するときの外部送信用モジュール、628、629はアレイ導波路格子601の出力ポート11、18と外部送信用モジュール626、62

7の入力ポートとを接続する光ファイバ、630、631は波長多重伝送装置の外部から受信するための外部受信モジュール、632は外部送信専用送信ノード607と外部送信専用受信ノード619とを光学的又は電氣的に接続する接続手段である。

【0037】また、第二のアレイ導波路格子として、2入力4出力でアレイ導波路格子601の倍の自由スペクトルレンジ16nmを持つ第二アレイ導波路格子635を具え、第二アレイ導波路格子635の出力ポートと外部送信モジュール626、627の入力ポートとを、光ファイバ636～639で接続している。

【0038】図6と図4との異なる点は、アレイ導波路格子601と第二アレイ導波路格子635との間に2入力2出力で自由スペクトルレンジ16nmを持つ第三アレイ導波路格子640を具え、第二アレイ導波路格子635と第三アレイ導波路格子640とを、光ファイバ641、643で接続する点、及び光増幅器642を一個のみ具える点である。一方、波長多重伝送装置の内部では送信する波長のみを利用して送り先を決定する点、及び、波長多重伝送装置の外部に信号を送るユーザーは必ず専用送信ノード607を経由する点は、第二実施例と同様である。

【0039】この実施例において、専用送信ノード607は外部送信モジュール626又は627のいずれかを選択する。例えば、外部送信モジュール626を選択した場合はデータ信号を $\lambda_2$ で、ヘッダー信号を $\lambda_{10}$ で送信し、外部送信モジュール627を選択した場合はデータ信号を $\lambda_1$ で、ヘッダー信号を $\lambda_9$ で、それぞれ送信する。これを第三アレイ導波路格子640において $\lambda_1$ のデータ信号と $\lambda_2$ のデータ信号とを合波して光ファイバ641に出力し、 $\lambda_9$ のヘッダー信号と $\lambda_{10}$ のヘッダー信号とを合波して光ファイバ643に出力する。これを更に第二アレイ導波路格子635において、データ信号 $\lambda_1$ 、データ信号 $\lambda_2$ 、ヘッダー信号 $\lambda_9$ 及びヘッダー信号 $\lambda_{10}$ の四つの波長全てを分岐する。

【0040】ここで重要な点は、第二アレイ導波路格子635による光強度の損失を補償するために、データ信号のみを合波して光増幅器642で増幅する点である。一方、ヘッダー信号は増幅しない。これは、データ信号は送信するビット数が多く、高速のビットレートで送信しなければならないのに対し、ヘッダー信号は低ビットレートでの送信が可能であることによる。例えば図2において、データ信号を51バイト送る間にヘッダー信号を2バイト送信すればよい。そのため、ヘッダー信号はデータ信号の1/25のビットレートで送ることができる。これは、1ビット当たり送信される光子数が25倍になることに等しく、それだけ光強度の損失に対して強くなる。そのため、ヘッダー信号は光増幅器を通さなくてもよい。また、外部送信モジュール626、627は、図5の構成と同一の構成とすることができる。

【0041】このようにして波長多重伝送装置外へ送出

された光信号は、他の波長多重伝送装置の受信モジュールへ送られる。例えば、図6における受信モジュール630又は631に送られる。受信モジュールは、多入力出力のスターコプラーであり、外部から送られてきた光信号を各ユーザーに転送する。

【0042】以上述べたように、第三実施例の特徴は、第三アレイ導波路格子640によってヘッダー信号とデータ信号とをそれぞれ別に合波し、合波されたデータ信号のみを光増幅器642で増幅する点にある。この特徴により、外部送信モジュールの数が増加しても光増幅器1個具えれば足りる。

【0043】以上の説明においては、光合波器としてアレイ導波路格子を用いて説明したが、アレイ導波路格子の代わりに自由スペクトルレンジを持つ波長分波器及び合波器として、非対称マッハツェンダー型フィルタをカスケード接続することによっても同様の特性を得ることができる。非対称マッハツェンダー型フィルタは、図7(a)に示すように、入力導波路701、光コプラー702、長さが異なる2本の分岐導波路703、光コプラー704、2本の出力用導波路705からなる。ここで2本の分岐導波路703の長さの差を所望の値にすることにより、入力導波路701から入力される波長多重光を所望の波長間隔で2本の出力用導波路705に割振ることができる。

【0044】ここで、図7(b)に示すように、透過波長間隔が異なる非対称マッハツェンダー型フィルタをカスケード接続し、第1段で1nm間隔に、第2段で2nm間隔に、第3段で4nm間隔に、それぞれ波長を分波する構成をとると、1nm間隔の8波長を低損失で分波及び合波することができる。この構成は本質的に波長分波器及び波長合波器用のアレイ導波路格子と同等の特性を持つ(Chi-hung Huang et al., "Ultra-low loss, temperature-insensitive 16-channel 100-GHz dense wavelength division multiplexers based on cascaded all-fiber unbalanced Mach-Zehnder structure", OFC/I00C 99, TuH2-2, San Diego, California参照)ため、図1、図4、図6におけるアレイ導波路格子の代わりに用いることができる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、例えば10Gbits/secの高速信号に対して、ヘッダー信号とデータ信号とを容易に分離することができ、効率的な光通信を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第一実施例を説明する図である。

【図2】 本発明に用いる光パケットのフォーマットを示す図である。

【図3】 本発明の第一実施例における外部送信モジュールの動作を説明する図である。

【図4】 本発明の第二実施例の構成を示す図である。

【図5】 本発明の第二実施例における外部送信モジ

ジュールの構成を示す図である。

【図 6】 本発明の第三実施例の構成を示す図である。

【図 7】 非対称マツハツェンダー型フィルタを用いる光合分波器の構成を説明する図である。

【図 8】 従来の光伝送装置の構成を示す図である。

【図 9】 従来の装置に用いる光パケットのフォーマットを示す図である。

【図 10】 従来の装置の外部送信用モジュールの構成を示す図である。

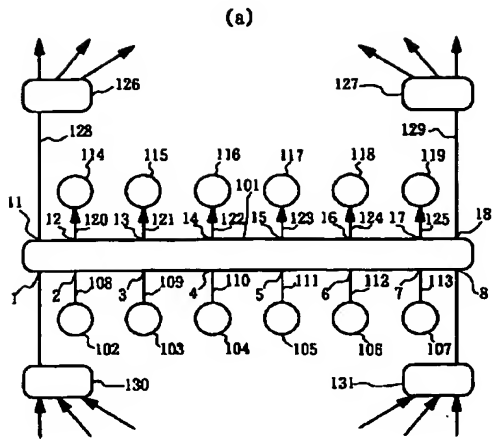
【図 11】 外部受信用モジュールの構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1～8 入力ポート
- 11～18 出力ポート
- 21 ヘッダー信号
- 22 波長多重伝送装置選択アドレス
- 23 波長選択アドレス
- 24 データ信号
- 101 光合分波器（アレイ導波路格子）
- 102～107 送信ポート
- 108～113、120～125、128、129 光ファイバ
- 114～119 受信ポート
- 126、127 外部送信用モジュール
- 130、131 外部受信モジュール
- 301 入力信号
- 302 WDMカプラー
- 303、304 受光器
- 305、306 同期検出装置
- 307 電気バッファ
- 308 制御装置
- 309、316 可変波長光源
- 310、317 変調器
- 311 光スイッチ
- 312～315 出力ポート
- 401 光合分波器（アレイ導波路格子）
- 402～106 送信ポート
- 407 専用送信ノード
- 408～413、420～425、428、429 光ファイバ
- 414～418 受信ポート
- 419 専用受信ノード
- 426、427 外部送信用モジュール
- 430、431 外部受信モジュール
- 432 接続手段
- 501 データ信号が乗っている光信号
- 502 ヘッダー信号が乗っている光信号
- 503、504 受光器
- 505、506 同期検出装置
- 507 電気バッファ
- 508 制御装置
- 509、516 可変波長光源
- 510、517 変調器
- 511 光スイッチ
- 512～515 出力ポート
- 601 光合分波器（アレイ導波路格子）
- 602～606 送信ポート
- 607 専用送信ノード
- 608～613、620～625、628、629、636～639、641、643 光ファイバ
- 614～618 受信ポート
- 619 専用受信ノード
- 626、627 外部送信用モジュール
- 630、631 外部受信モジュール
- 632 接続手段
- 701 入力導波路
- 702 光カプラー
- 703 分岐導波路
- 704 光カプラー
- 705 出力用導波路
- 801 光合分波器（アレイ導波路格子）
- 802～807 送信ポート
- 808～813、820～825、828、829 光ファイバ
- 814～819 受信ポート
- 826、827 外部送信用モジュール
- 830、831 外部受信モジュール
- 901 パケット信号
- 902 波長多重伝送装置選択アドレス
- 903 波長選択アドレス
- 904 データ信号
- 1001 入力光信号
- 1002 受光器
- 1003 同期検出装置
- 1004 信号情報分離手段
- 1005 電気バッファ
- 1006 制御装置
- 1007 可変波長光源
- 1008 変調器
- 1009 光スイッチ



【図 1】

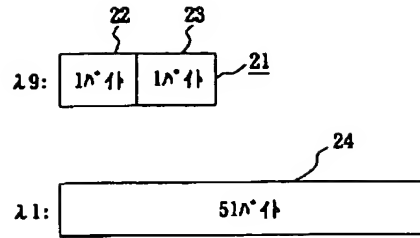


(b)

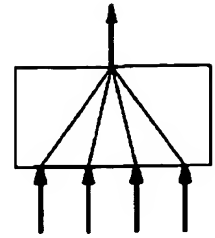
	11	12	13	14	15	16	17	18	出力 $\lambda^*$ →
1	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	
2	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	
3	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	
4	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	
5	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	
6	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	
7	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	
8	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	

入力 $\lambda^*$ →

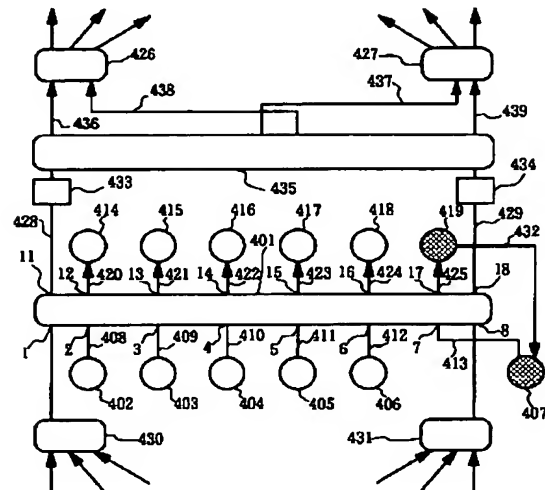
【図 2】



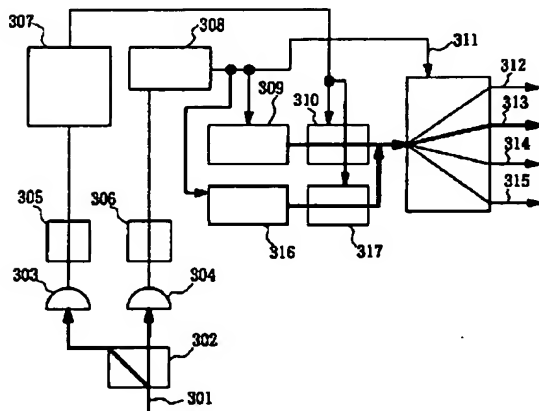
【図 1 1】



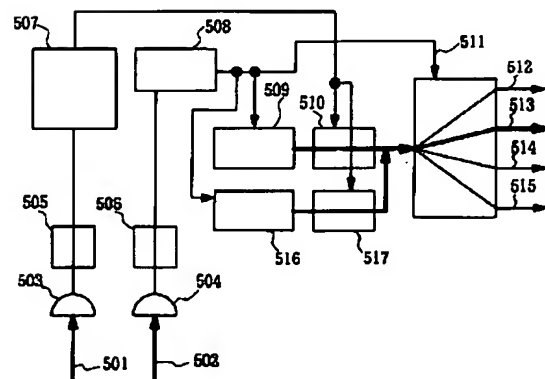
【図 4】



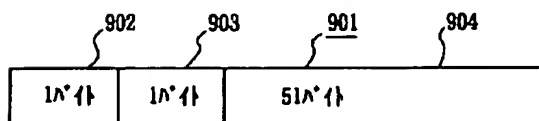
【図 3】



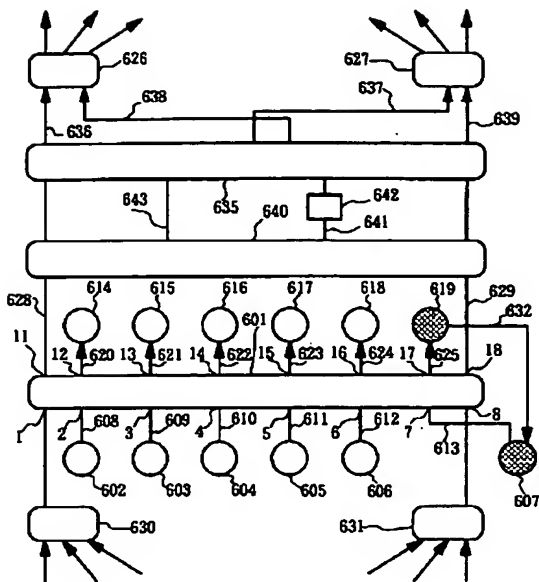
【図 5】



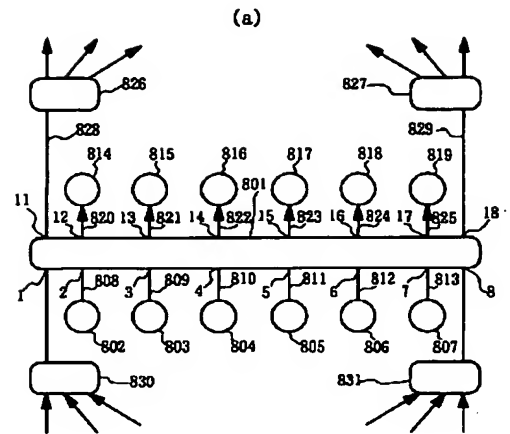
【図 9】



【図 6】



【図 8】

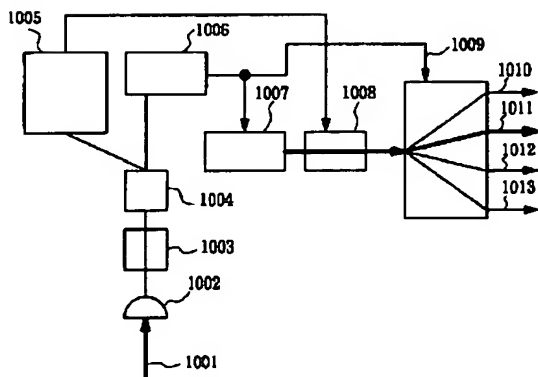


(b)

	11	12	13	14	15	16	17	18	出力→
1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	
2	2.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	
3	2.7	2.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	
4	2.6	2.7	2.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	2.2	2.3	2.4	
6	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	2.2	2.3	
7	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	2.2	
8	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.1	

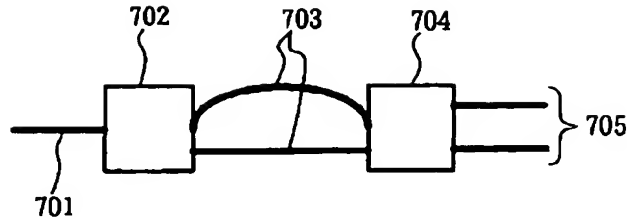
入力  
←

【図 10】

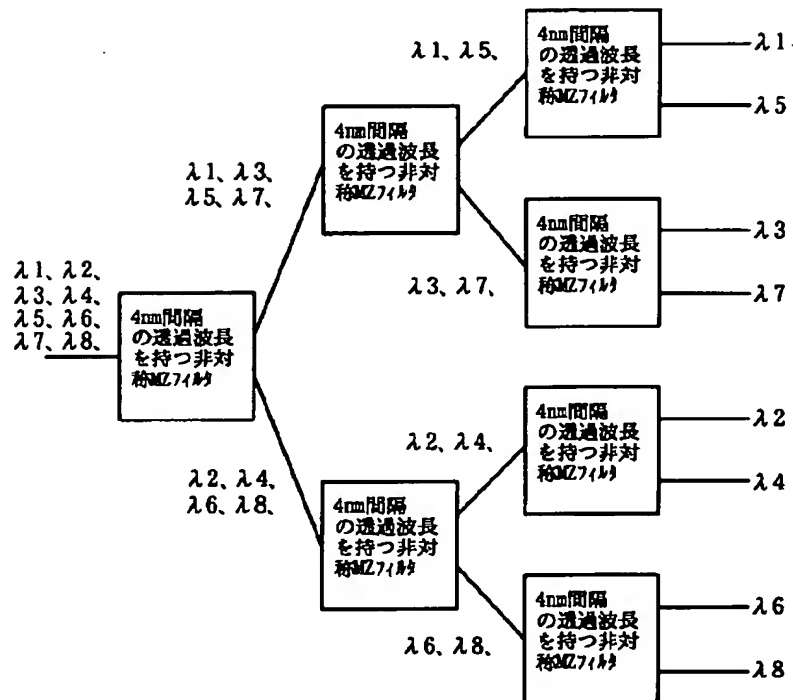


【図 7】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 曲 克明  
 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72)発明者 石原 昇  
 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日  
 本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K002 AA05 BA05 BA06 CA05 DA02  
 DA05 DA12 FA01  
 5K030 HA08 HD09 JA01 JL03 KX20  
 LA17 LB05  
 5K069 AA15 BA09 CB10 DA05 DB33  
 EA22 EA24 EA25 EA28 FD06  
 9A001 CZ05 EE01 EE02 KK56